

CENTRE FRANCAIS DU RIZ

**ETUDES DE TECHNIQUES CULTURALES
A FAIBLES INTRANTS
POUR LA PRODUCTION DE RIZ**

**TRAVAUX 1989
PERSPECTIVES 1990**

**CEEMAT/CIRAD
Domaine de LAVALETTE
Avenue du Val de Montferrand
34 090 MONTPELLIER.**

**ENSA.M - LAGEPHY
9. place P. VIALA
34 060 MONTPELLIER.**

Juin 1990.

SOMMAIRE

I. OBJECTIF DE L'ETUDE.	page 1
II. LES PARTICIPANTS.	2
III. ACHAT DE MATERIEL et MODIFICATIONS	3
III.1 ACHAT DE MATERIEL.	3
III.2 MODIFICATIONS.	3
III.2.1 Modifications sur le semoir.	3
III.2.2 Modifications sur la fraise rotative.	4
IV. ETAT INITIAL DE LA PARCELLE.	5
IV.1 DENSITE.	5
IV.2 HUMIDITE.	5
IV.3 TOPOGRAPHIE.	5
V. SENSIBILITE AU TASSEMENT.	7
V.1 DEFINITION ET PRINCIPE.	7
V.2 MANIPULATIONS.	7
V.3 RESULTATS.	8
V.3.1 Calcul.	8
V.3.2 Représentation graphique.	8
V.3.3 Interprétations.	3
V.4 APPLICATIONS.	11
VI. ETATS DE CONSISTANCE et LIMITES D'ATTERBERG.	12
VI.1 DETERMINATION DE LA LIMITE DE LIQUIDITE.	12
VI.1.1 Mode opératoire.	13
VI.1.2 Calcul.	13
VI.2 DETERMINATION DE LA LIMITE DE PLASTICITE.	13
VI.2.1 Mode opératoire.	13
VI.2.2 Calcul.	13
VI.3 DETERMINATION DE LA LIMITE DE RETRAIT.	14
VI.3.1 Mode opératoire.	14
VI.3.2 Calcul.	14
VI.4 RESULTATS.	14
VI.5 APPLICATIONS.	14
VII. GRANULOMETRIE et COMPOSITION CHIMIQUE.	15
VII.1 GRANULOMETRIE.	15
VII.1.1 Mode opératoire.	15
VII.1.1.1 Les fractions sables.	15
VII.1.1.2 les fractions fines.	15
VII.1.2 Résultats.	15
VII.2 COMPOSITION CHIMIQUE.	18

VIII. PERSPECTIVES POUR L'ANNEE 1990.	page 21
<u>VIII.1 LES DIFFERENTS ITINERAIRES PROPOSES.</u>	21
<u>VIII.2 MESURES.</u>	21
<u>VIII.2.1 Le sol.</u>	21
<u>VIII.2.2 L'ensemble tracteur-outil.</u>	22
<u>VIII.2.3 Le suivi de culture.</u>	22
<u>VIII.3 LE MATERIEL NECESSAIRE.</u>	23
<u>VIII.3.1 Le matériel de mesure.</u>	23
<u>VIII.3.2 Le matériel de laboratoire.</u>	23
<u>VIII.3.3 Le matériel agricole.</u>	23

I. OBJECTIF DE L'ETUDE

le but de notre étude est la recherche d'itinéraires de préparation de lit de semences pour le riz à faibles intrants énergétiques. Notre axe de recherche est la possibilité de semer après un minimum d'interventions voire de semer directement sur un sol non travaillé.

L'état du sol étant une donnée importante pour cette étude nous nous sommes attardés, dans un premier temps, sur l'état du sol avant toute intervention. La caractérisation du sol était notre premier objectif: état initial de la parcelle, sensibilité au tassement, états de consistance et limites d'ATTERBERG, granulométries et analyses chimiques.

II. LES PARTICIPANTS.

M^{lle} FONTA
MM. BROUWERS
DEVILLERS
DUCREUX
FORTIER
GILLES
JACQUIN
MANIACI
MANIERE
MAZOT
NAJIH
OULLIER
SOTO

ENSA.M
IRAT
Etudiant 3^{eme} année ENSA.M
CEEMAT
IRAT
Exploitant
Stagiaire CEEMAT
ENSA.M
ENSA.M
CEEMAT
Etudiant 3^{eme} année ENSA.M
ENSA.M
INRA

III. ACHAT DE MATERIEL

et

MODIFICATIONS

III.1 ACHAT DE MATERIEL.

Il a été acheté un ensemble constitué de trois parties:

- une fraise rotative (EL 100 N de la maison KUHN) équipée d'un rotor cultilabour,
- un rouleau packer (EL 2.55 de la maison KUHN),
- un semoir de précision à distribution pneumatique (DA intégré de la maison KUHN, équipée du système de répartition de la semence ACCORD).

Ces trois éléments peuvent être assemblés pour donner un semoir combiné.

III.2 MODIFICATIONS.

III.2.1 Modifications sur le semoir.

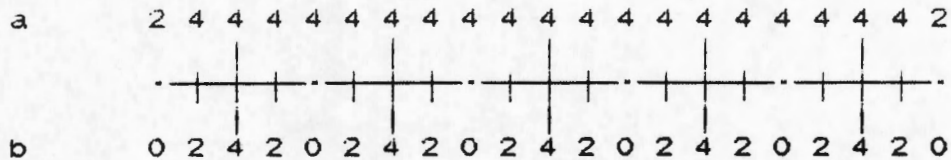
Les tubes assurant le transfert des semences du système de répartition aux socs semeurs ont été rallongés d'une trentaine de centimètres pour permettre l'attelage du rouleau entre la fraise et les organes semeurs.

Les dents de la herse de recouvrement des semences ont été démontés pour éviter l'enfouissement des graines.

III.2.2 Modifications sur la fraise rotative.

La parcelle n'ayant pas été déchaumée, il restait des rangs de pailles de soja dressées; il est prévu de les garder pour étudier leur capacité à briser les vaguelettes causées par le vents et entraînant parfois des niveaux d'eau très différents sur la parcelle.

Pour les garder, des dents de la fraise ont été démontées:



a: nombre de dents sur la flasque avant modification.

b: nombre de dents sur la flasque après modification.

Schéma de la fraise rotative après modification.

IV. ETAT INITIAL

DE LA PARCELLE.

Des mesures de densités et d'humidités ont été faites pour vérifier l'uniformité de la parcelle. Pour cela, un maillage a été mis en place.

voir figure n° 1, page 6.

IV.1 DENSITE.

voir annexes n° 1 et 2.

L'étude des résultats montre que la densité de la parcelle est homogène.

voir annexe n° 3.

La moyenne des densités mesurées est de $1,387 \pm 0,022$, le coefficient de variation de 4,651.

IV.2 HUMIDITE.

voir annexes n° 1 et 2.

L'analyse des résultats donne une répartition homogène des humidités.

voir annexe n° 4.

La moyenne des humidités est de $21,85 \pm 0,55$, le coefficient de variation de 7,41.

IV.3 TOPOGRAPHIE.

On peut estimer qu'entre le point le plus haut et le point le plus bas de la parcelle, l'écart est d'environ 5 cm pour une distance de plus de 400 m. On peut donc conclure que la parcelle est plane en sachant que ces points seront des cas particuliers lors de l'inondation.

T ₀	T ₁	T ₂	T ₀	T ₃	T ₄	T ₀
15	25	35	45	55	65	75
14	24	34	44	54	64	74
13	23	33	43	53	63	73
12	22	32	42	52	62	72
11	21	31	41	51	61	71

Figure n° 1: le maillage de la parcelle.

* Numerotation: - xy

x : numerotation de la bande.

y : niveau de mesure.

* T_z: traitement numero z

V. SENSIBILITE AU TASSEMENT.

La sensibilité au tassement est déterminé lors des essais PROCTOR basés sur le compactage d'échantillons.

V.1 DEFINITION ET PRINCIPE.

Le compactage est l'ensemble des opérations mécaniques qui conduisent à accroître la densité en place d'un sol. Cette action augmente la compacité du sol, donc resserre la texture du matériau.

Il consiste à soumettre un échantillon de sol à une énergie déterminée en quantité et modalités d'application. On fait varier l'humidité de l'échantillon et on mesure la masse volumique apparente sèche obtenue.

V.2 MANIPULATIONS.

voir annexe n° 5.

V.3 RESULTATS.

V.3.1 Calcul

On détermine l'humidité pondérale de l'échantillon compacté et sa densité apparente sèche avec les formules:

$$W = 100 \times (P_i - P_s) / (P_s - P_t)$$

$$D_a = (P_s - P_t) / V$$

avec:

P_i : poids de l'échantillon compacté humide + poids de la tare en g;
 P_s : poids de l'échantillon compacté sec + poids de la tare en g;
 P_t : poids de la tare en g;
 V : volume du moule en cm^3 ;
 W : humidité pondérale de l'échantillon en %;
 D_a : densité apparente.

voir annexes n° 6 et 7.

V.3.2 Représentation graphique.

On trace le graphique représentatif de la fonction: masse volumique apparente sèche = f (humidité pondérale de l'échantillon), qui est caractéristique pour l'énergie utilisée.

voir figures n° 2 et 3, pages 9 et 10.

V.3.3 Interprétations.

Les courbes obtenues peuvent être fractionnées en trois parties:

- la première étant constituée par les faibles humidités: après un plateau la courbe décroît puis recroît. On constate que le sol est peu sensible aux effets du compactage. On s'aperçoit même de l'effet inverse: l'eau apportée provoque un gonflement des argiles qui diminuent donc la masse volumique;

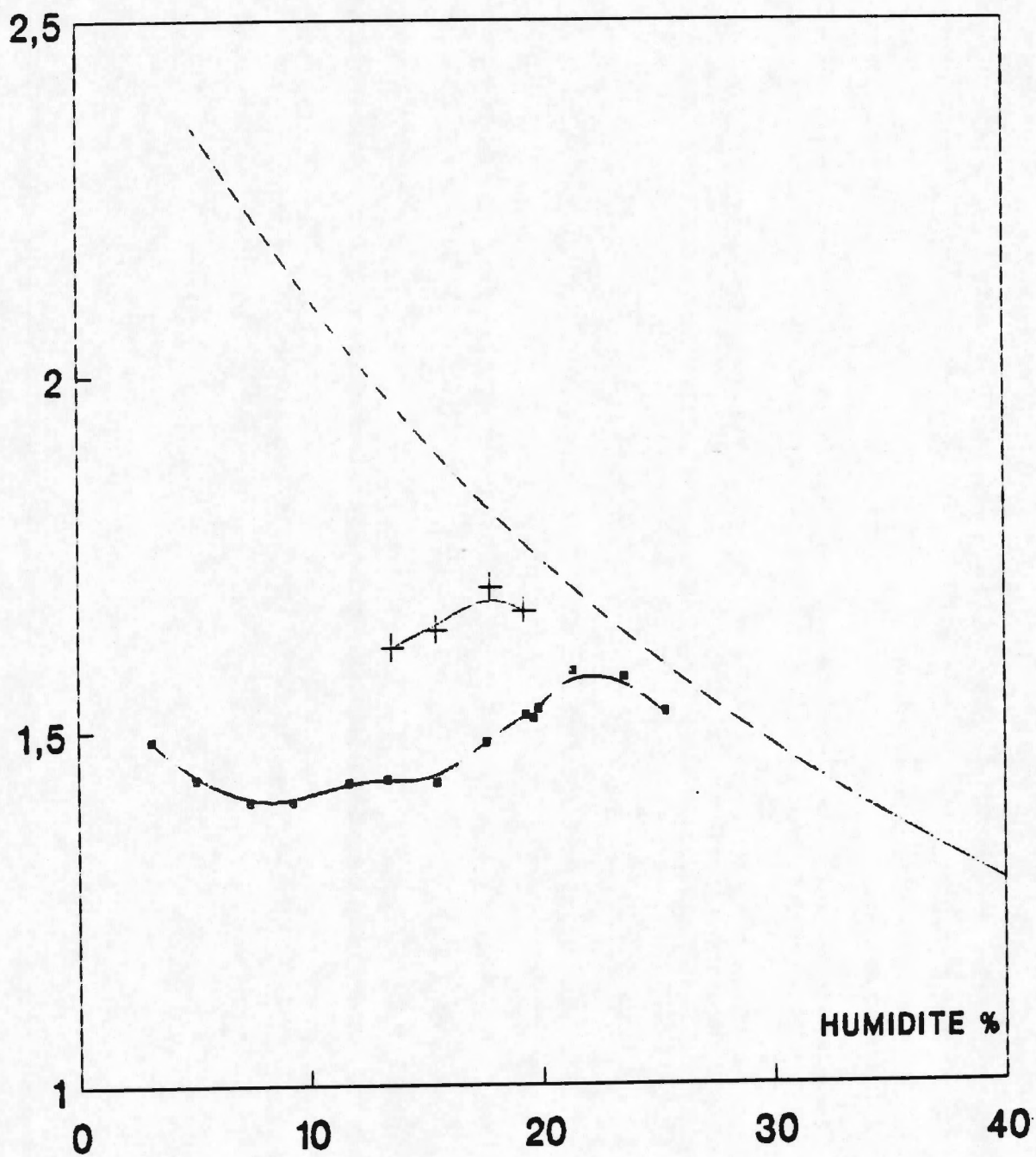
- la deuxième évolution de la courbe est constituée par la partie ascendante: l'eau a fini de faire gonfler les argiles et joue un rôle de lubrifiant entre les grains qui s'agencent mieux et l'ensemble prend donc moins de place;

Courbe PROCTOR

Horizon 0-20 cm

figure n 2

Da



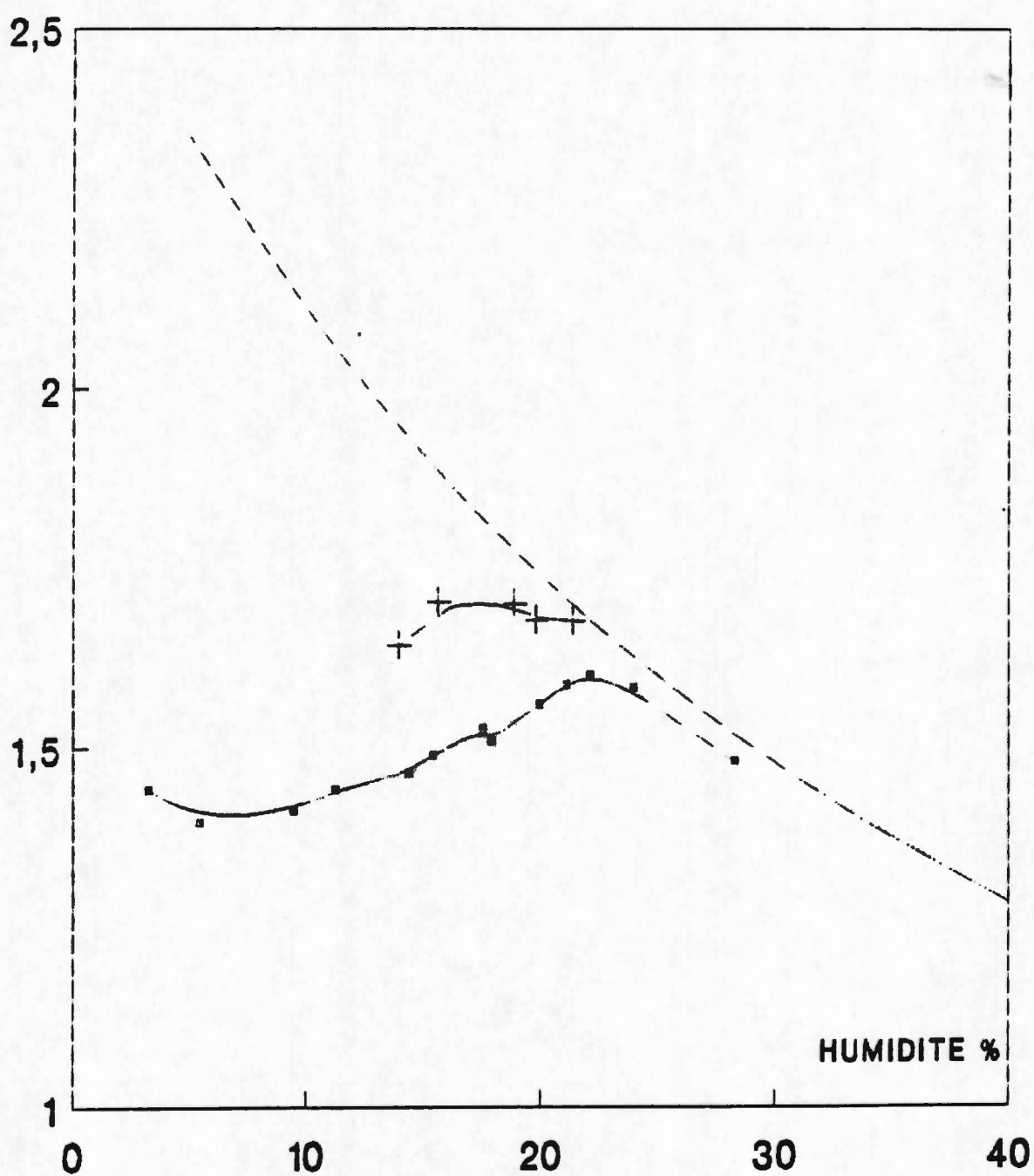
—■— E = 104 J/dm³ S —+— E = 347 J/dm³ S

Courbe PROCTOR

Horizon 20-40 cm

figure n 3

Da



—•— E = 104 J/dm³ P

—+— E = 347 J/dm³ P

- la dernière partie est constituée de la branche descendante de la courbe: l'eau ajoutée ne joue plus le rôle de lubrifiant. Elle absorbe une part importante de l'énergie sans profit.

V.4 APPLICATIONS:

Les énergies choisies sont représentatives de deux types de mécanisation de l'agriculture:

- $E = 104 \text{ J/dm}^3$ représente l'énergie de compactage pour une mécanisation légère;
- $E = 345 \text{ J/dm}^3$ représente l'énergie de compactage pour une mécanisation importante.

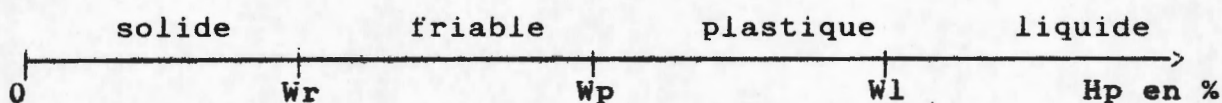
Les courbes nous permettent par une simple estimation de l'humidité, d'évaluer les dégâts causés par l'entrée d'une machine sur la parcelle dont l'échantillon est représentatif.

VI. ETATS DE CONSISTANCE

et

LIMITES D'ATTERBERG.

Un sol a au maximum quatre états: l'état solide, l'état friable, l'état plastique et l'état liquide. La séparation entre deux états ou domaines est appelée limite. Ces limites sont dites d'ATTERBERG car les méthodes qui permettent de les déterminer furent énoncées par lui.



avec:

Hp = humidité pondérale;
Wl = limite de liquidité;
Wp = limite de plasticité;
Wr = limite de retrait.

VI.1 DETERMINATION DE LA LIMITE DE LIQUIDITE.

La limite de liquidité est par définition la teneur en eau du matériau qui correspond à la fermeture de la rainure sur 1 cm après 25 chocs exactement.

VI.1.1 Mode opératoire:

voir annexe n° 8.

VI.1.2 Calcul:

En fait, il est très difficile d'obtenir exactement 25 coups mais il existe une relation qui permet d'effectuer les corrections nécessaires, valable entre 15 et 35 coups.

$$W_l = W(N/25)^{0,121}$$

avec:

W_l: limite de liquidité,

W: teneur en eau mesurée,

N: nombre de chocs correspondant à la fermeture de la rainure sur 1 cm.

Cette relation se traduit par le nomogramme W.E.S. voir annexe n° 9.

VI.2 DETERMINATION DE LA LIMITE DE PLASTICITE.VI.2.1 Mode opératoire.

voir annexe n° 10.

VI.2.2 Calcul:

Par définition la limite de plasticité est la teneur en eau exprimée en % de poids du matériau sec, du rouleau qui se brise au moment où son diamètre atteint 3 mm.

VI.3 DETERMINATION DE LA LIMITE DE RETRAIT.

VI.3.1 Mode opératoire.

voir annexe n° 11.

VI.3.2 Calcul:

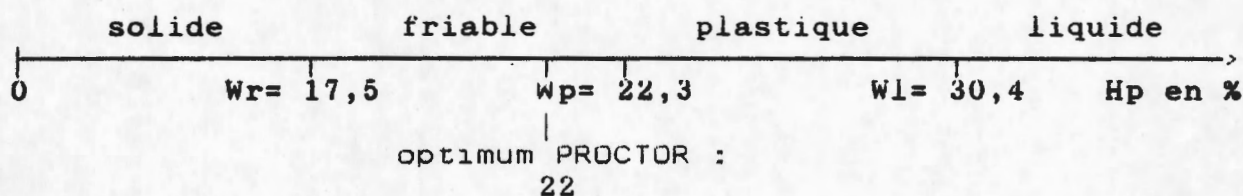
la limite de retrait est obtenue par la formule:

$$W_r = 100 \times ((P_i - P_f) - (V_i - V_f)) / P_f$$

avec:

W_r : limite de retrait en %,
 P_i : poids du sol humide,
 P_f : poids du sol sec,
 V_i : volume du sol humide, celui de la coupelle,
 V_f : volume du sol sec.

VI.4 RESULTATS.



VI.5 APPLICATIONS:

Le calcul des limites d'ATTERBERG permet de s'affranchir de tous les facteurs intervenants dans le comportement d'un sol. Ainsi une mesure de l'humidité permet de connaître, à priori, le comportement du sol lors d'une intervention.

Le comportement d'un sol dépend de nombreux facteurs:

- la composition minéralogique du sol,
- la présence de matière organique,
- la composition granulométrique: argiles, limons, sables, gravier... n'ont pas, pour une même humidité, le même comportement ...

VII. GRANULOMETRIE

et

COMPOSITION CHIMIQUE.

VII.1 GRANULOMETRIE.

L'observation de près d'un sol mène toujours à la même conclusion: il est constitué de particules de tailles diverses. Le sol qui nous intéresse contenait les fractions suivantes:

- des sables grossiers, dimensions allant de 2 à 0,2 mm,
- des sables fins, dimensions allant de 0,2 à 0,05 mm soit entre 200 et 50 μm ,
- des sables très fins, dimensions allant de 50 à 20 μm ,
- des limons fins, dimensions allant de 20 à 2 μm ,
- de l'argile, dimensions inférieures à 2 μm .

VII.1.1 Mode opératoire.

VII.1.1.1 Les fractions sables.

Les fractions sables grossiers, fins et très fins sont déterminées par pesée après tamisage à sec sur des tamis de 50 à 200 microns. Le tamisage est précédé de plusieurs lavages permettant d'éliminer les fractions limons fins et argile.

VII.1.1.2 les fractions fines.

Les fractions limons fins et argile sont obtenues à partir d'une aliquote prélevée à l'aide d'une pipette de ROBINSON, dans une allonge.

voir annexe n° 12.

VII.1.2 Résultats.

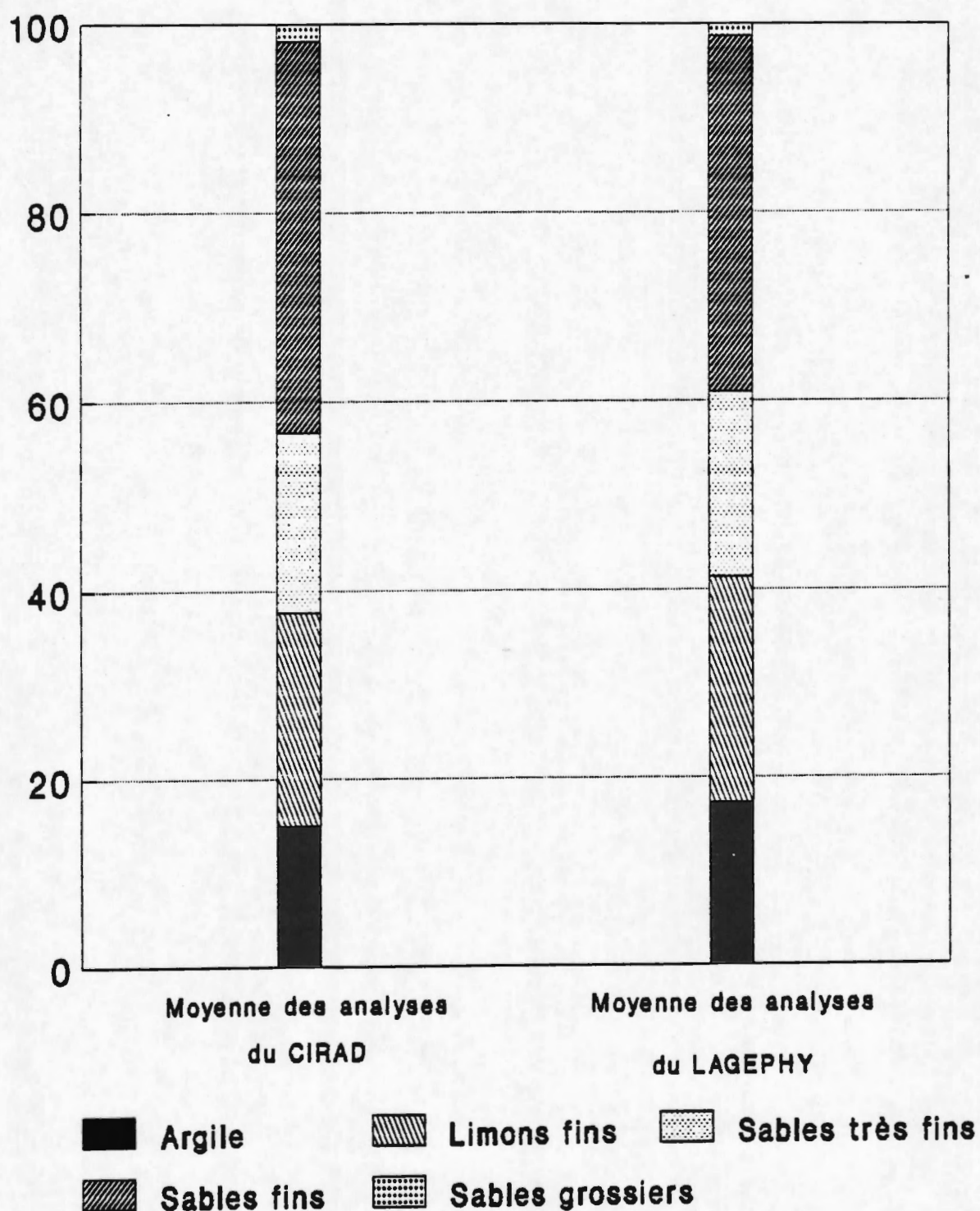
voir annexes n° 13 et 14.

voir figures n° 4 et 5, pages 16 et 17.

GRANULOMETRIES

Résultats de l'horizon 0-20 cm

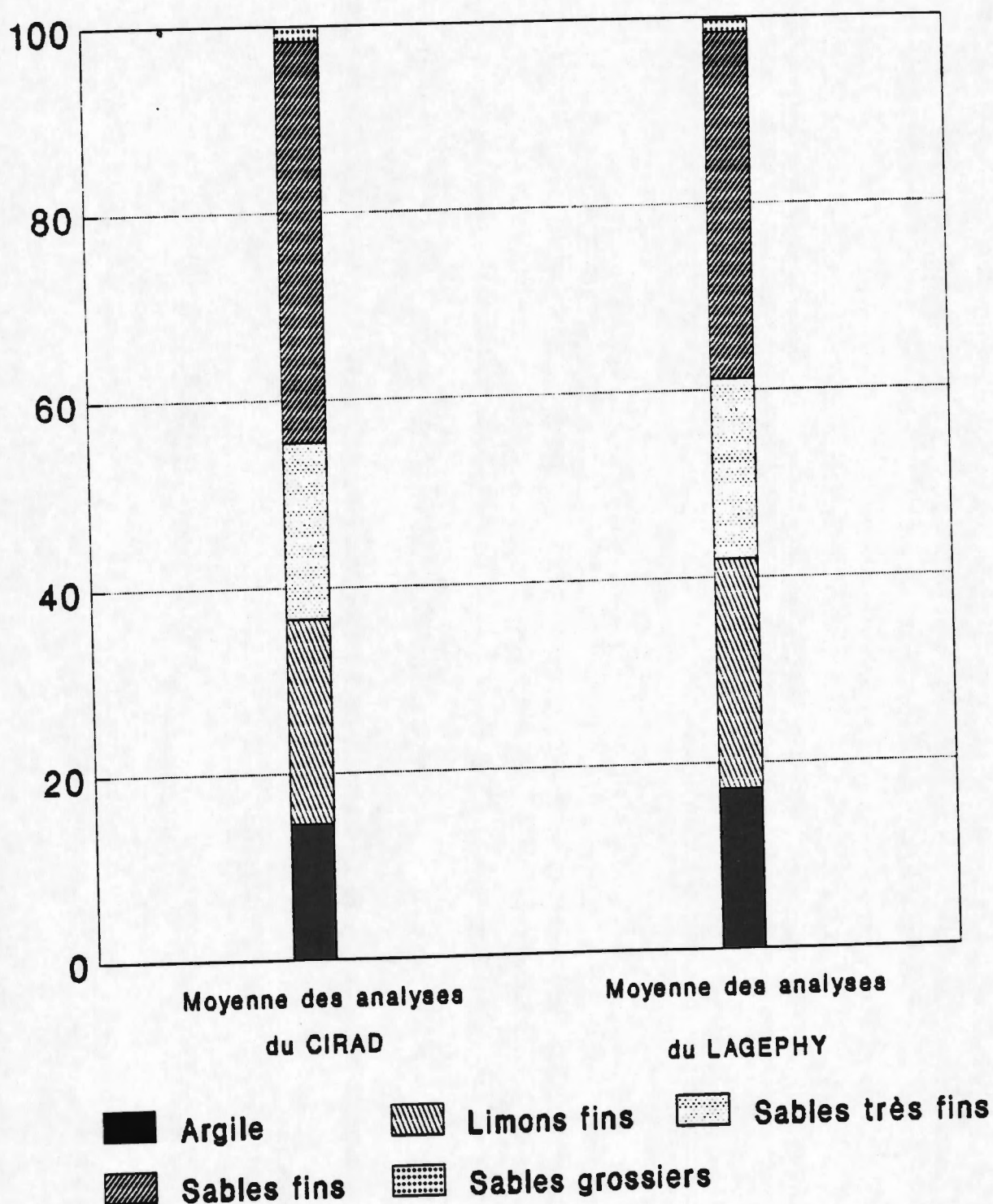
figure n 4



GRANULOMETRIES

Résultats de l'horizon 20-40 cm

figure n 5



TEXTURE :

Très lourde :

A A d'argile

A argileuse

Lourde :

As d'argile sableuse
 Als d'argile limono-sableuse
 Al d'argile limoneuse
 LAS Limono-argilo-sableuse
 La de limon argileux

Moyenne - Sableuse :

Sa de sable argileux
 Sal de sable argilo-limoneux
 - Limoneuse :
 Lsa de limon sablo-argileux
 L limoneuse
 L L de limon

Légère :

S sableuse
 Sl de sable limoneux
 Ls de limon sableux

Très légère :

S S de sable.

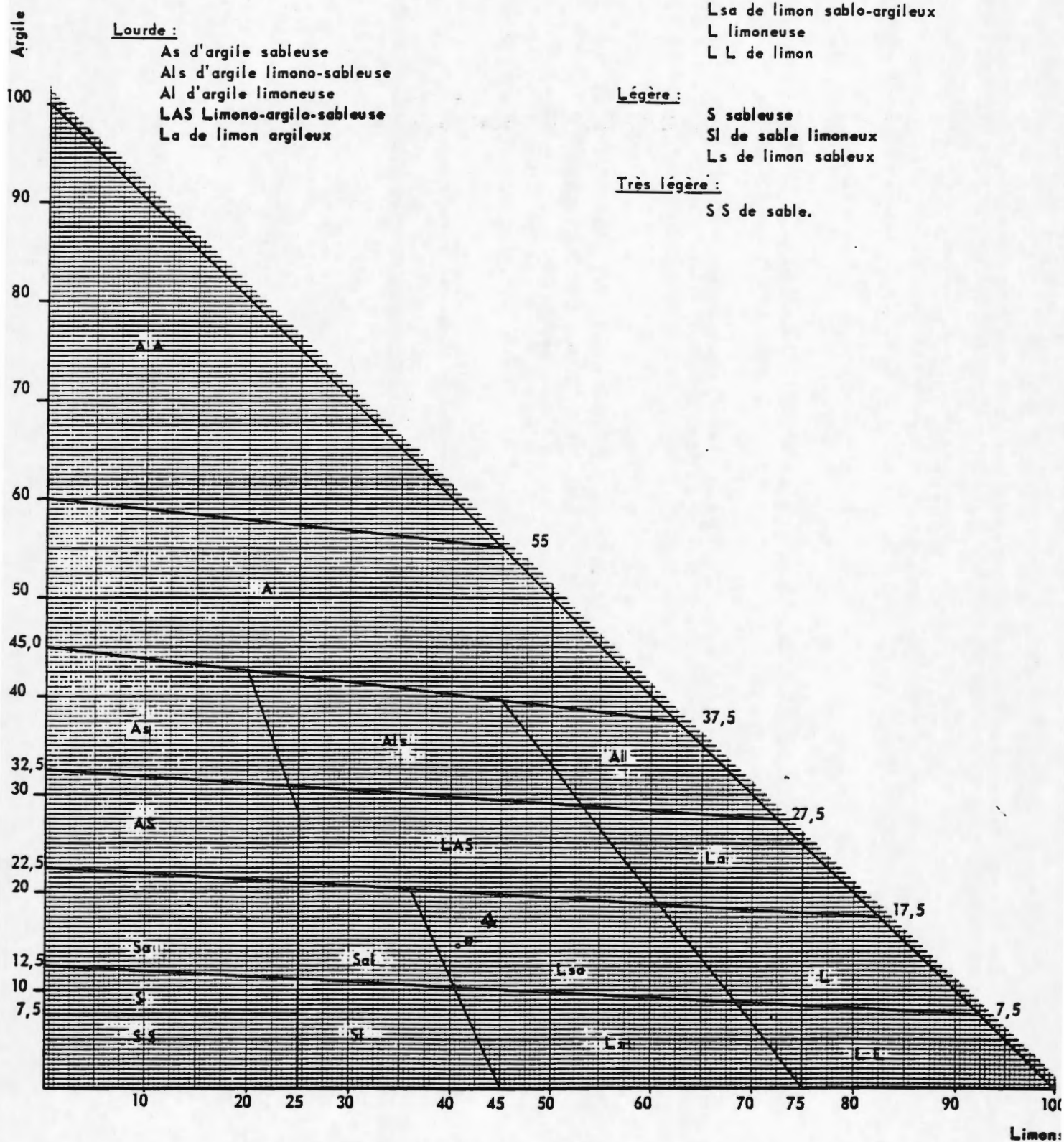


figure n° 6 : triangle de texture

Tableau n° 1 : Résultats des analyses chimiques de l'horizon 0-20 cm.

Site	MAT.ORG.		PHOSPHORE PPM		COMPLEXE ABSORBANT meq/100g					pH	
	M.O. %	C/N	ASSIM.	TOTAL	CA ech	MG ech	K ech	NA ech	CRC	H2O	KCl
11 S	2,00	9,1	34,0	787,6	36,43	1,02	0,30	0,12	7,22	8,00	7,10
13 S	1,77	8,7	33,5	754,2	38,76	1,14	0,22	0,13	6,98	8,20	7,15
15 S	1,50	9,6	26,5	740,5	35,69	1,50	0,19	0,17	6,14	8,25	7,30
71 S	1,70	10,5	23,0	788,6	37,34	1,12	0,33	0,08	7,01	8,35	7,25
73 S	1,91	9,7	26,1	820,5	36,23	1,13	0,26	0,10	8,42	8,40	7,45
75 S	1,50	9,1	28,8	825,8	41,64	1,32	0,30	0,10	6,82	8,65	7,55
MOY.	1,73	9,45	28,65	786,20	37,68	1,21	0,27	0,12	7,10	8,31	7,30

Tableau n° 2 : Résultats des analyses chimiques de l'horizon 20-40 cm.

Site	MAT.ORG.		PHOSPHORE PPM		COMPLEXE ABSORBANT meq/100 g					pH	
	M.O. %	C/N	ASSIM.	TOTAL	CA ech	MG ech	K ech	NA ech	CRC	H2O	KCl
11 P	1,72	10,30	18,50	650,00	39,94	1,08	0,19	0,11	6,99	8,10	7,05
13 P	1,57	8,90	19,90	639,40	39,14	1,16	0,16	0,11	6,52	8,30	7,30
15 P	1,29	10,30	20,50	675,60	37,50	1,75	0,14	0,18	5,98	8,35	7,35
71 P	1,50	9,30	18,00	720,40	32,98	0,97	0,23	0,07	7,00	8,25	7,30
73 P	1,72	9,50	22,10	742,50	41,85	1,13	0,30	0,11	8,18	8,50	7,40
75 P	1,53	9,30	17,90	743,30	40,75	1,48	0,21	0,15	7,03	8,55	7,60
MOY.	1,56	9,60	19,48	695,20	38,71	1,26	0,21	0,12	6,95	8,34	7,33

VIII. PERSPECTIVES

POUR L'ANNEE 1990.

VIII.1 LES DIFFERENTS ITINERAIRES PROPOSES.

Il nous paraît intéressant de tester les 5 itinéraires suivants:

- T₀: semis direct à la volée,
- T₁: décompactage (paraplow ou équivalent) au printemps; semis à la volée,
- T₂: semis combiné (appareil KUHN),
- T₃: décompactage (sweep), au printemps; Round up si nécessaire; semis combiné (appareil KUHN),
- T₄: fraisage de l'interligne (cultirotor KUHN); décompactage (sweep); Round up si nécessaire; semis combiné (appareil KUHN).

VIII.2 MESURES.

VIII.2.1 Le sol.

Il sera nécessaire de caractériser l'état physique du sol avant et après chaque intervention. Il faudra faire des mesures au profilographe (mesure de surface avant et après l'intervention, mesure en profondeur après le passage de l'outil).

Il faudra prendre des échantillons avant les interventions pour déterminer les humidités et densités .

VIII.2.2 L'ensemble tracteur-outil.

Concernant le tracteur, il faudra noter les caractéristiques techniques de la machine. Lors des interventions, il faudra relever les conditions d'interventions:

- la vitesse d'avancement,
- le temps des travaux,
- la consommation,
- le rapport de la boîte de vitesse,
- le régime moteur.

Il sera intéressant de déterminer le glissement.

Pour interpréter les mesures, il faudra passer le tracteur au banc (essai au frein FROUDE).

Pour ce qui est de l'outil, il faudra noter ses références, ainsi que les réglages qui seront faits.

VIII.2.3 le suivi de culture.

Afin de pouvoir attribuer une cause à chaque effet, il sera indispensable de faire régulièrement des comptages :

- 1^{er} comptage : au semis, ceci pour avoir une grandeur la plus exacte possible du nombre de grains par unité de surface ;
- 2nd comptage : après la levée, pour déterminer le pourcentage de levée et commencer à voir l'influence des différents lits de semence ;
- 3^{ème} comptage : après le tallage, pour déterminer la taux de tallage et voir le comportement des plants en fonction des traitements ;
- 4^{ème} comptage : à la floraison, pour connaître le nombre de panicules et le nombre de fleurs par unité de surface. A ce niveau, nous pourrions déterminer la tallage utile.
- 5^{ème} comptage : avant la récolte, où il faudra déterminer le nombre de grains par épis, le poids de 1000 grains. Ce comptage permettra de déterminer le taux de grains remplis. Il sera intéressant de connaître le rendement exact de la parcelle pour le comparait au rendement théorique qui sera obtenu par calcul à partir des comptages.

En plus de ces observations sur le riz, il devra être fait des observations sur l'état général de chaque parcelle :

- présence d'adventices, si possible les déterminer ;
- coloration des pieds de riz ;
- qualité de l'eau ...

Des visite régulières seront donc nécessaires pour pouvoir déterminer avec précisions les moments des comptages et pour voir l'évolution des parcelles.

VIII.3 LE MATERIEL NECESSAIRE.

VIII.3.1 Le matériel de mesure.

Une chaîne de mesure sera mise à la disposition de l'équipe par le Centre d'Etudes et d'Expérimentation en Mécanisation Agricole et Technologie alimentaire (CEEMAT), le frein FROUDE, un débitmètre et le petit matériel de terrain (chronomètres, mètre, lunette de géomètre, ...) par la chaire de Machinisme Agricole et de Génie Rural de L'Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier (ENSA.M).

VIII.3.2 Le matériel de laboratoire.

Tout ce matériel sera mis à disposition par le Laboratoire de Gestion Physique des sols (LAGEPHY).

VIII.3.3 Le matériel agricole.

Materiel	Proprietaire
Tracteur International Harvester 1055	Exploitant
Pulverisateur	Exploitant
Decompacteur	Exploitant
Semoir combine	CEEMAT
Paraplow ou equivalent	
Moissonneuse-batteuse	Exploitant

ANNEXES

DENSITE APPARENTE
DE SURFACE (5-10 cm).

DATE DE L'ECHANTILLONNAGE: 26/10/89

Ref	ECH.HUM en g	ECH.SEC en g	ANN.+TARE en g	Da	Hp
11	307,46	274,26	127,70	1,466	22,65%
12	306,81	276,87	126,64	1,502	19,93%
13	300,47	269,04	126,99	1,421	22,13%
14	289,47	262,91	130,02	1,329	19,99%
15	286,80	260,04	128,23	1,318	20,30%
21	292,11	260,39	127,96	1,324	23,95%
22	296,16	267,83	128,51	1,393	20,33%
23	301,26	269,21	128,43	1,408	22,77%
24	286,71	260,46	128,11	1,324	19,83%
25	297,17	267,70	127,03	1,407	20,95%
31	298,02	264,96	127,26	1,377	24,01%
32	306,06	274,61	128,29	1,463	21,49%
33	304,73	273,36	126,78	1,466	21,40%
34	290,79	261,26	128,15	1,331	22,18%
35	297,14	270,17	127,09	1,431	18,85%
41	305,28	272,74	128,13	1,446	22,50%
42	293,15	262,27	126,63	1,356	22,77%
43	300,12	271,10	128,19	1,429	20,31%
44	285,81	260,23	126,78	1,335	19,17%
45	294,51	266,00	128,29	1,377	20,70%
51	305,57	275,11	128,58	1,465	20,79%
52	286,44	255,82	126,49	1,293	23,68%
53	290,55	259,71	127,83	1,319	23,38%
54	283,02	256,10	126,89	1,292	20,83%
55	285,28	258,38	125,03	1,334	20,17%
61	300,55	265,75	128,51	1,372	25,36%
62	313,55	279,27	129,74	1,495	22,93%
63	302,19	269,66	131,73	1,379	23,58%
64	286,81	258,33	121,04	1,373	20,74%
65	312,61	279,78	129,17	1,506	21,80%
71	295,42	264,84	129,00	1,358	22,51%
72	305,78	274,16	129,17	1,450	21,81%
73	295,82	264,83	138,42	1,264	24,52%
74	292,83	261,79	124,72	1,371	22,65%
75	296,28	263,86	126,64	1,372	23,63%

LEGENDE:

ECH.HUM: terre humide + anneau + tare.

ECH.SEC: terre sèche + anneau + tare.

ANN.+TARE: anneau + tare.

Da: densité apparente.

Hp: humidité pondérale.

MESURES DES HUMIDITES PONDERALES
ET DES DENSITES APPARENTES.

Echantillonnage le 26/10/89.
mesures volumetriques faites au densitometre a membrane.

N°	PROFONDEUR en cm	ECH.HUM en g	ECH.SEC en g	TARE en g	V1 ml	Vf ml	Hp	Da
1	0-10	3079,9	2627,3	658,8	250	1905	22,99%	1,189
	10-20	3307,2	2815,6	658,0	236	1876	22,79%	1,316
	20-30	3737,7	3227,6	913,6	272	1802	22,05%	1,512
	30-40	3953,4	3398,5	545,4	353	2007	19,45%	1,725
2	0-10	3182,4	2711,9	695,7	206	1657	23,33%	1,390
3	0-10	2802,9	2389,9	503,5	180	1721	21,90%	1,224
4	0-10	3009,1	2546,5	493,8	328	1740	22,53%	1,454
5	0-10	3250,4	2756,4	517,7	171	1777	22,07%	1,394
6	0-10	3255,4	2801	719,2	230	1786	21,83%	1,338
7	0-10	3417,5	2854,7	488,2	237	1919	23,78%	1,407

DENSITES APPARENTES.
REPARTITION ET STATISTIQUES.

T ₀	T ₁	T ₂	T ₀	T ₃	T ₄	T ₀	moyennes L
1,318	1,407	1,431	1,377	1,334	1,506	1,372	1,392
1,329	1,324	1,331	1,335	1,292	1,373	1,371	1,336
1,421	1,408	1,460	1,429	1,319	1,379	1,264	1,384
1,502	1,393	1,463	1,356	1,293	1,495	1,450	1,422
1,466	1,324	1,377	1,466	1,465	1,372	1,358	1,401

moyennes L

1,407 1,371 1,413 1,389 1,340 1,425 1,363

Statistiques:

* sur les moyennes L
moyenne : 1,387
coef. de variation: 2,319
int. de confiance: +/- 0,040

* sur les moyennes L
moyenne: 1,387
coef. de variation: 2,196
int. de confiance: +/- 0,028

* sur toutes les moyennes
moyenne: 1,387
coef. de variation: 4,651
int. de confiance: +/- 0,022

HUMIDITES PONDERALES EN SURFACE,

REPARTITION ET STATISTIQUES.

(humidites en %)

T ₀	T ₁	T ₂	T ₀	T ₃	T ₄	T ₀	moyennes L
20,30	20,95	18,85	20,70	20,17	21,80	23,63	20,91
19,99	19,83	22,18	19,17	20,83	20,74	22,65	20,77
23,13	22,77	21,40	20,31	23,38	23,58	24,52	22,58
19,93	20,33	21,49	22,77	23,68	22,93	21,81	21,85
22,65	23,95	24,01	22,50	20,79	25,36	22,51	23,11

moyennes L

21,00 21,57 21,59 21,09 21,77 22,88 23,02

Statistiques:

* sur les moyennes L

moyenne : 21,84

coef. de variation: 4,65

int. de confiance: +/- 1,26

* sur les moyennes L

moyenne: 21,85

coef. de variation: 3,66

int. de confiance: +/- 0,74

* sur toutes les moyennes

moyenne: 21,85

coefficient de variation: 7,41

int. de confiance: +/- 0,55

MODE OPERATOIRE SUIVI POUR L'ESSAI PROCTOR.

Dans un soucis de précision, nous avons distingué l'horizon de surface (0-20 cm) et l'horizon dit de profondeur (20-40 cm). En fait, chaque échantillon est constitué de 35 prises de 500g qui ont été faites à chaque noeud du maillage.

* pour un même sol, préparer une quinzaine d'échantillons de 500 à 600 g;

* ajouter à chaque échantillon une quantité d'eau différente capable de donner une gamme d'humidité permettant de parcourir toute la future courbe PROCTOR;

* laisser homogénéiser pendant une semaine dans des bacs fermés;

* dans un moule monté avec une hausse, compacter chaque échantillon en 3 couches, de la manière suivante:

- introduire la première couche de matériau,
- compacter la couche avec n coups de dame, uniformément répartis à la surface (les n coups doivent représenter le tiers de l'énergie de compactage),
- introduire la deuxième couche, puis la troisième, en réalisant chaque fois les mêmes opérations de compactage.

* retirer la hausse. Le niveau de matériau doit être 1 cm environ au dessus du niveau du moule;

* araser l'excédent au niveau du moule à l'aide de la règle;

* nettoyer à l'aide d'un pinceau l'excédent sur le moule;

* enlever le fond du moule et démouler par moitié avec précaution;

* peser immédiatement le cylindre ainsi obtenu, dans sa tare de poids connu, au dixième de gramme près;

* mettre à l'étuve à 105°C jusqu'à ce que le poids soit constant, c'est à dire pendant environ 2 jours;

* peser l'ensemble sec au dixième de gramme près.

SOL: Horizon 0-20 cm
 DATE DE PRISE DE L'ÉCHANTILLON: 26/10/89

LIMITE DE LIQUIDITE (W_L): 30,56%
 PLASTICITE (W_p): 23,00% Ip: 7,56
 RETRAIT (W_r): 18,08%

DENSITE MINIMALE: 1,098
 MAXIMALE: 2,700

ENERGIE DE COMPACTAGE (J/dm³): 104
 VOLUME DU MOULE (en dm³): 300

ECH	ECH.HUM en g	ECH.SEC en g	TARE en g	Hp	DENS.SEC
1	785,48	771,67	325,47	3,10%	1,487
2	765,28	743,64	313,74	5,03%	1,433
3	780,97	750,05	329,87	7,36%	1,401
4	803,94	765,26	344,90	9,20%	1,401
5	805,91	756,03	327,66	11,64%	1,428
6	795,72	738,73	309,25	13,27%	1,432
7	815,83	749,80	321,34	15,41%	1,428
8	839,98	761,79	316,47	17,56%	1,484
9	870,19	782,18	325,36	19,27%	1,523
10	556,20	467,03	11,77	19,59%	1,518
11	561,91	470,93	11,79	19,82%	1,530
12	880,15	778,87	303,76	21,32%	1,584
13	595,42	484,04	11,60	23,58%	1,575
14	584,28	468,39	12,00	25,39%	1,521

ENERGIE DE COMPACTAGE (J/dm³): 347
 VOLUME DU MOULE (en dm³): 300

ECH	ECH.HUM en g	ECH.SEC en g	TARE en g	Hp	DENS.SEC
1	562,90	497,28	11,75	13,52%	1,618
2	580,09	504,05	11,56	15,44%	1,642
3	612,94	522,18	11,64	17,78%	1,702
4	608,36	512,14	11,60	19,22%	1,668

SOL: Horizon 20-40 cm
 DATE DE PRISE DE L'ECHANTILLON: 26/10/89

LIMITE DE LIQUIDITE (W_L): 30.25%
 PLASTICITE (W_p): 21.70% Ip: 8.55
 RETRAIT (W_r): 16.76%

DENSITE MINIMALE: 1.065
 MAXIMALE: 2.700

ENERGIE DE COMPACTAGE (J/dm³): 104
 VOLUME DU MOULE (en dm³): 300

ECH	ECH.HUM en g	ECH.SEC en g	TARE en g	Hp	DENS.SEC
1	771.78	757.95	325.47	3.20%	1.442
2	763.47	740.82	321.33	5.40%	1.398
3	799.82	759.89	335.82	9.42%	1.414
4	801.36	752.89	320.40	11.21%	1.442
5	825.94	762.89	323.01	14.33%	1.466
6	850.10	781.53	334.62	15.34%	1.490
7	852.81	772.74	314.56	17.48%	1.527
8	545.46	464.72	11.65	17.82%	1.510
9	572.85	479.72	11.78	19.90%	1.560
10	900.03	799.60	323.64	21.10%	1.587
11	597.98	491.79	11.51	22.11%	1.601
12	601.04	487.14	11.95	23.97%	1.584
13	885.68	760.06	315.68	28.27%	1.481

ENERGIE DE COMPACTAGE (J/dm³): 347
 VOLUME DU MOULE (en dm³): 300

ECH	ECH.HUM en g	ECH.SEC en g	TARE en g	Hp	DENS.SEC
1	573.65	504.96	11.91	13.93%	1.644
2	602.23	522.65	11.73	15.58%	1.703
3	617.94	521.87	11.66	18.83%	1.701
4	615.15	515.51	11.82	19.78%	1.679
5	622.32	514.75	11.53	21.38%	1.677

PREPARATION DE L'ECHANTILLON SERVANT A LA DETERMINATION DES TROIS LIMITES.

* peser environ 200 g de terre séchée à l'air et tamisée à 2 mm;

* placer cette terre dans un récipient et la recouvrir d'une lame d'eau pour permettre son imbibition. Laisser 24 h;

* laisser l'eau excédentaire s'évaporer jusqu'à obtenir une sorte de pâte que l'on malaxe vigoureusement sur une plaque de marbre.

DETERMINATION DE LA LIMITE DE LIQUIDITE : MODE OPERATOIRE.

* placer environ 70 g de pâte dans la coupelle rugueuse de l'appareil de CASAGRANDE à l'aide de la spatule, en plusieurs couches, de façon à obtenir au centre une épaisseur suffisante, de 15 à 20 mm.

* à l'aide de l'outil à rainurer, de forme parfaitement définie, tenu perpendiculairement à la coupelle, séparer la pâte en deux dans le plan de symétrie.

* fixer la coupelle sur l'appareil préalablement réglé pour une hauteur de chute de 10 mm, et tourner la manivelle à une vitesse de 2 tours par seconde. La came fait chûter la coupelle de la hauteur réglée.

* noter le nombre de chocs nécessaires pour que les deux lèvres de la rainure se ferment sur une longueur de 1 cm (appréciée à l'oeil).

* prélever une partie de l'échantillon de chaque côté de la fermeture de la rainure et les placer dans une boîte tarée, étanche, que l'on ferme immédiatement. Dès que possible, peser l'échantillon humide (boîte toujours fermée) et porter à l'étuve pour séchage à 105°C (boîte ouverte).

remarque: en pratique, la manipulation se fait en deux temps:

* un premier échantillon est pris lorsque les deux lèvres se rejoignent pour un nombre de chutes compris entre 15 et 25,

* un deuxième échantillon est pris lorsque le nombre de chûtes est compris entre 25 et 35.

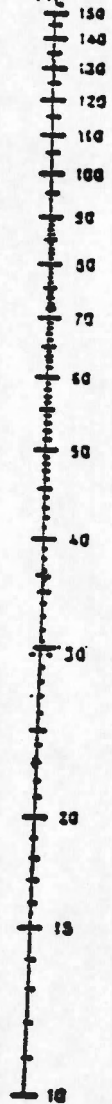
- NOMOGRAMME W.E.S.

$$w_L = w \left(\frac{H}{25} \right)^{0,121}$$

Humidité



w_L



Nombre de cages: N



DETERMINATION DE LA LIMITE DE PLASTICITE : MODE OPERATOIRE.

* former une boulette de l'échantillon à l'aide de la main, rouler l'échantillon sur la table de façon à former un rouleau qui s'aminçit progressivement jusqu'à ce qu'il atteigne 3 mm de diamètre;

* le rouleau de 3 mm de diamètre doit avoir 10 à 15 cm de longueur et ne doit pas être creux. La limite de plasticité est atteinte lorsqu'en soulevant de 1 à 2 cm le rouleau de 3 mm en son milieu, il se fissure.

* placer le rouleau dans une boîte tarée, peser l'échantillon, mettre à l'étuve pour séchage à 105°C.

DETERMINATION DE LA LIMITE DE RETRAIT : MODE OPERATOIRE.

on utilise le matériau préparé pour la limite de liquidité lorsqu'il se trouve à une humidité proche de cette valeur.

* recouvrir les coupelles intérieurement d'une mince couche de vaseline;

* remplir les coupelles en trois couches de matériau, en tapotant longuement à chaque fois pour éliminer les bulles d'air;

* niveler le contenu avec la règle à araser;

* peser immédiatement le tout pour déterminer le poids de l'échantillon humide (P_i);

* laisser sécher à l'air pendant 48 heures;

* mettre à l'étuve à 105°C , pendant 24 heures environ;

* peser les échantillons secs (P_f);

* déterminer le volume des échantillons secs à l'aide du mercure:

- remplir le cristallisoir de mercure,
- araser avec soin à l'aide de la plaque à 3 pointes,
- placer le cristallisoir dans la capsule en porcelaine,
- mettre l'échantillon de sol sec sur le cristallisoir et l'enfoncer dans le mercure avec précaution à l'aide de la plaque à 3 pointes. S'assurer que le contact de la plaque et des bords du cristallisoir est parfait. Retirer la plaque avec précaution, pour ne pas faire déborder le mercure restant dans le cristallisoir,
- peser la capsule avec le mercure qui a été déplacé par l'enfoncement de l'échantillon. Le volume du mercure sera évalué en divisant son poids par sa densité ($d = 13,6$). Soit V_f , ce volume.

LA PIPETTE DE ROBINSON.

Cette manipulation s'appuie sur la loi de sédimentation mise en équation par STOKES. La loi de STOKES exprime la vitesse de décantation d'une particule sphérique dans un liquide visqueux en fonction du diamètre de la particule. Cette relation s'écrit :

$$v = g \cdot \frac{\delta_s - \delta_l}{18 \cdot n} \cdot d^2$$

avec :

- v : vitesse de décantation, cm/s ;
- g : accélération de la pesanteur, unité CES ;
- δ_s : poids volumique du solide ;
- δ_l : poids volumique du liquide ;
- d : diamètre de la particule, cm ;
- n : viscosité dynamique du liquide, Pa/s

Après mise en solution de l'échantillon, la matière organique est détruite par l'action de l'eau oxygénée. Les particules sont mises en suspension par application d'un traitement aux ultrasons pendant 10 mn. La suspension d'argile est stabilisée par un peptisant (hexaméthaphosphate de sodium). Le tout est versé dans une allonge de 8 cm de diamètre et de 30 cm de hauteur où la solution est complétée à un litre.

On effectue dans l'allonge un premier prélèvement de 20 ml à 10 cm après un temps de sédimentation de 4mn 48s à 20°C. Ce prélèvement ne contient que les particules de diamètre inférieur à 20 μ m, c'est à dire les argiles et les Limons fins.

Un deuxième prélèvement est effectué à la même profondeur au bout de 8 heures, toujours à 20°C. Il ne contient que des argiles en suspension. Ces deux échantillons sont mis à l'étuve à 105°C jusqu'à stabilisation du poids puis sont pesés à la balance de précision.

Le poids du deuxième prélèvement représente la quantité d'argile contenue dans 20 ml de la solution finale. La différence entre les poids du premier et second prélèvement permet de déterminer la teneur en limons fins de la dernière solution. Connaissant le poids de l'échantillon de terre de départ, il est aisé, par une règle de trois, de retrouver les teneurs recherchées.

Résultats de la granulométrie
de l'horizon 0-20 cm.
(analyses faites au CIRAD)

Site	A en %	LF en %	SABLES en %			
			STF	SF	SG	ST
11 S	14,7	23,2	21,1	38,8	2,2	62,1
12 S	15,7	23,7	17,5	41,2	2,0	60,7
13 S	16,0	24,1	18,0	40,2	1,6	59,8
14 S	13,0	20,5	15,7	48,7	2,2	66,6
15 S	13,0	18,9	15,5	51,0	1,5	68,0
21 S	15,1	24,6	16,9	41,5	1,9	60,3
22 S	13,2	21,8	19,0	43,5	2,5	65,0
23 S	14,5	22,6	18,3	42,3	2,3	62,9
24 S	12,0	19,2	18,1	48,6	2,1	68,8
25 S	11,2	19,6	17,5	49,7	2,0	69,2
31 S	14,0	24,4	18,6	41,5	1,5	61,6
32 S	12,5	19,6	18,5	47,0	2,5	68,0
33 S	15,2	23,3	20,2	39,5	1,8	61,5
34 S	12,6	20,0	17,9	47,3	2,3	67,5
35 S	12,5	20,5	16,8	47,9	2,3	67,0
41 S	15,5	24,3	19,4	38,7	2,1	60,2
42 S	14,0	21,8	19,4	43,1	1,8	64,3
43 S	17,4	24,4	16,9	39,6	1,7	58,2
44 S	15,8	23,2	18,2	40,9	1,9	61,0
45 S	14,0	19,5	18,9	45,3	2,3	66,5
51 S	15,7	23,6	19,0	40,3	1,5	60,8
52 S	16,1	22,2	19,3	41,2	1,3	61,8
53 S	18,2	24,8	21,0	34,7	1,3	57,0
54 S	15,6	22,8	23,3	36,5	1,8	61,6
55 S	14,8	21,6	19,6	42,2	1,8	63,6
61 S	15,1	22,4	18,9	42,1	1,5	62,5
62 S	16,8	22,2	19,0	40,5	1,4	60,9
63 S	17,8	24,7	20,5	35,3	1,6	57,4
64 S	17,4	25,7	19,2	36,0	1,8	57,0
65 S	14,6	22,1	21,1	40,3	1,9	63,3
71 S	15,0	22,1	19,7	42,0	1,2	62,9
72 S	15,0	22,3	19,1	42,3	1,3	62,7
73 S	17,5	26,9	20,0	34,3	1,4	55,7
74 S	17,0	27,9	20,3	33,2	1,5	55,0
75 S	15,7	25,5	20,8	36,5	1,4	58,7
MOYENNE	15,0	22,7	19,0	41,5	1,8	62,3
GRAN.LAB	17,3	24,0	19,6	37,8	1,3	58,7

GRAN.LAB : moyenne de granulométries faites au LAGEPHY.

Résultats de la granulométrie
de l'horizon 20-40 cm.
(analyses faites au CIRAD)

Site	A en %	LF en %	SABLES en %			
			STF	SF	SG	ST
11 P	15,1	25,3	17,4	39,9	2,2	59,5
12 P	14,1	24,1	18,1	41,8	1,9	61,8
13 P	15,2	22,7	18,4	42,3	1,4	62,1
14 P	13,9	20,0	15,8	48,3	2,0	66,1
15 P	13,6	20,4	15,5	49,2	1,3	66,0
21 P	14,3	24,5	19,8	39,2	2,1	61,1
22 P	14,1	20,8	19,1	44,3	1,6	65,0
23 P	14,2	22,8	19,5	41,7	1,8	63,0
24 P	12,2	20,9	17,5	47,5	1,9	66,9
25 P	11,5	19,5	17,0	50,4	1,6	69,0
31 P	14,6	22,2	18,1	43,4	1,8	63,3
32 P	11,5	17,2	16,9	52,9	1,6	71,4
33 P	14,8	22,9	19,7	41,0	1,6	62,3
34 P	12,6	21,0	17,7	47,2	1,4	66,3
35 P	11,6	21,3	17,6	47,6	1,9	67,1
41 P	13,9	23,9	20,3	39,8	2,2	62,3
42 P	12,9	20,4	19,8	44,5	2,4	66,7
43 P	17,1	25,9	19,1	36,3	1,6	57,0
44 P	15,9	20,7	18,6	43,0	1,8	63,4
45 P	13,1	20,8	20,6	43,8	1,6	66,0
51 P	15,6	23,9	18,1	40,7	1,6	60,4
52 P	15,7	20,7	18,8	43,2	1,6	63,6
53 P	15,7	19,9	19,5	43,9	1,1	64,5
54 P	15,3	24,6	20,2	38,3	1,5	60,0
55 P	14,0	21,8	20,2	42,6	1,4	64,2
61 P	16,0	21,5	18,8	42,5	1,3	62,6
62 P	16,3	21,0	17,3	44,3	1,0	62,6
63 P	18,4	25,2	20,3	34,9	1,2	56,4
64 P	16,2	23,7	20,6	38,2	1,4	60,2
65 P	15,0	21,8	20,8	41,0	1,4	63,2
71 P	14,5	21,7	19,8	42,9	1,1	63,8
72 P	12,7	17,6	16,1	53,0	0,5	69,6
73 P	18,0	24,2	19,1	37,3	1,3	57,7
74 P	16,3	22,9	18,6	41,0	1,2	60,8
75 P	16,0	24,9	23,5	34,3	1,3	59,1
MOYENNE	14,6	22,0	18,8	43,0	1,6	63,4
GRAN.LAB	17,2	24,7	19,3	37,2	1,3	58,1

GRAN.LAB : moyenne de granulométries faites au LAGEPHY.